

## OA フロア用床材の加工特性

鎌田 英博, 吉成 哲  
田栗 匡, 古賀卓哉\*

## Factor Affecting Cutting Tool of a Composite Board for the Free-Access Floor

Hidehiro KAMATA, Satoshi YOSHINARI,  
Tadashi TAGURI, Takuya KOGA

## 抄 録

GFPC パネルの被加工性を解明するために切断加工およびボーリングにおける主軸電動機負荷動力などの出力を測定し、その解析を試みた。切断加工には昇降丸鋸盤を元にした試験装置を製作し、測定条件の一律化を図った。また、ボーリング試験には NC ルータの制御機構を使用した。その結果、切断加工では工具寿命に影響の大きい摩擦熱の挙動がホイール空転時間との関係から明かとなった。ボーリング試験では加工開始から欠陥の発生までの過程を詳細に把握することができた。

## 1. はじめに

GFPC パネルは、フライアッシュや軽石を主成分とし、ガラス繊維と樹脂で強化された複合材料である。主に、OA ルームなどのフリーアクセスフロアパネルとして供給されている。現在、製造ラインや現場施工における加工では工具寿命に関わるコストダウンが課題とされている。とくに、ボーリングや切断加工のための工具と材料の関連性は未だに把握されていない。そこで本報告では加工機械として NC ルータと昇降丸鋸盤などの汎用機を使用し、製造ラインに近似した加工実験を実施してデータを採取した。また、切断加工試験では加工条件を一定に設定するためコンピュータを使用した専用実験装置を開発し、計測システムの自動化を図った。加工試験の計測項目は、ホイール駆動用電動機の負荷動力とカセン

サーによる切断加工時の送り力で、これらの出力データを解析して GFPC パネルの加工特性と工具の関連性を調べた。また、開発した加工試験装置の性能を検討し、材料加工試験機としての可能性を探った。

## 2. 実験装置

## 2.1 切断加工のための装置

工具、加工機械、制御装置の構成は以下の通りである。

工 具：ダイヤモンドホイール 直径 320mm

切断加工機：昇降丸鋸盤（庄田鉄工製）

送り装置：一軸方向送りテーブル（本研究において設計・製作した。）

制御装置：Z80 系マイクロコンピュータを使用したコントロールシステム送り装置の駆動には位置制御用 AC サーボモータを使用した。その仕様は以下の通り

\*新日鐵化学株式会社

である。

形 式：65BM030HB (山洋電気)

最大連続出力：720W

最大回転数：3,000rpm

電 源：AC200V

制御装置の構成を図1に示す。ACサーボモータのサーボンプに正・逆転指令パルスを出力するためにパルス発生回路を試作し、パルス幅の設定変更で送り速度を無段階変速可能なコントローラとして使用した。また停止時の制動トルクをコントロールするためにDC90Vの電圧発生回路も製作した。

さらに、エアシリンダ用のコントロールバルブの開閉用にミニリレーを搭載したリレーボードを製作した。尚、これらの詳細な制御はUECZ04ボードを利用したコントロールシステムにて行った。

テーブル上でパネルをスライドさせるために使用したリニアヘッドモータ (オリエンタルモータ製) の仕様は以下の通りである。

形 式：2LB25N - 4

ストローク：400mm

使用モータ：2RK6RGN - A

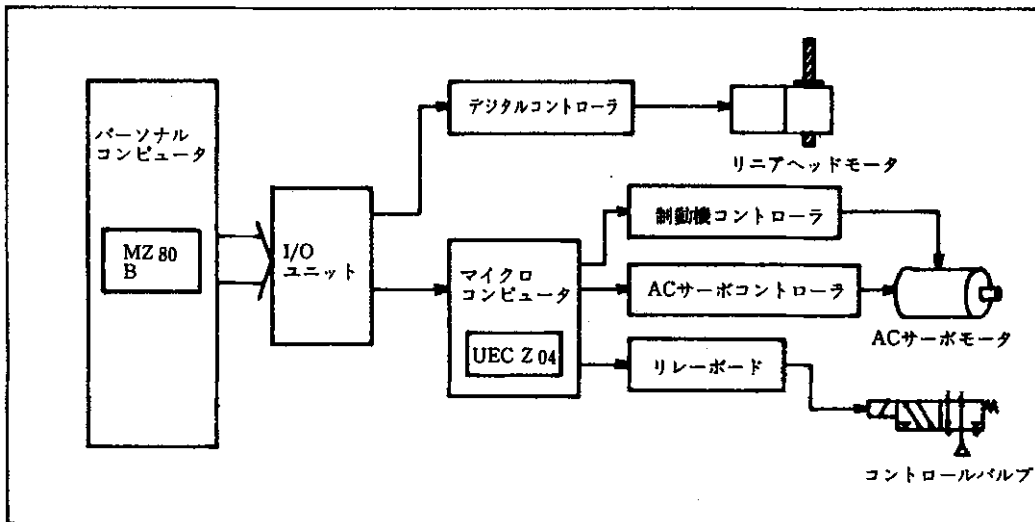


図1 実験システム構成図

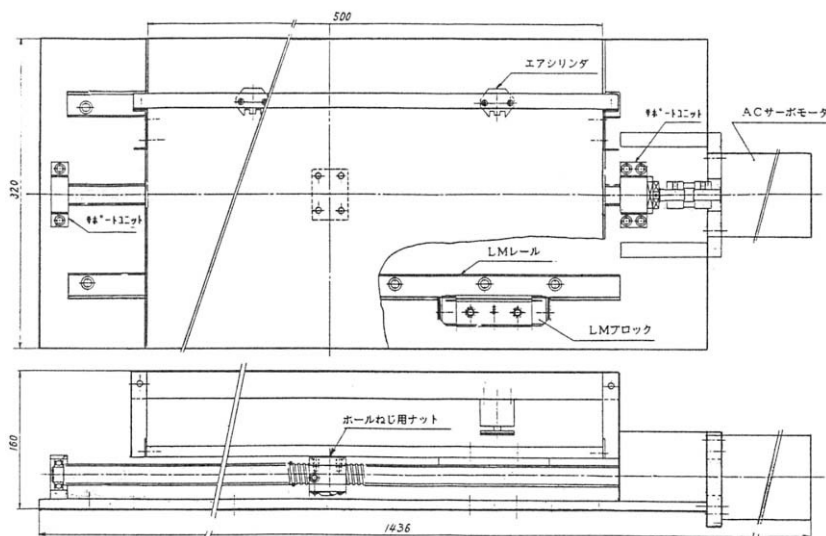


図2 送りテーブル組み立て図

制 御 装 置：デジタルコントローラ(SRDC-001)

この機構の制御はデジタルコントローラによりオープンループで999段階までの定寸送り設定が可能である。そのための制御信号用ミニリレーボードの製作も併せて行った。

上述したシステムの統括にパーソナルコンピュータMZ-80B(シャープ製)を使用した。またACサーボモータのAC電源入力側にはノイズフィルター、サーキットブレーカーを接続し、リレーやマグネットスイッチなどで構成されるシーケンス回路とともに専用配電盤に収納した。

図2に送りテーブルの組立図をまた写真1にその外観を示す。ACサーボモータ、ボールねじ、LMガイド等から構成されており、設置面からテーブル上面までの高さは50mmとした。

加工切断中の切屑はほぼ粉体であるため、集塵装置にて吸引したが完全に除去されない粉塵も生じた。このため加工機械全体を密封するための専用試験室を製作した。

2.2 ボーリングのための装置

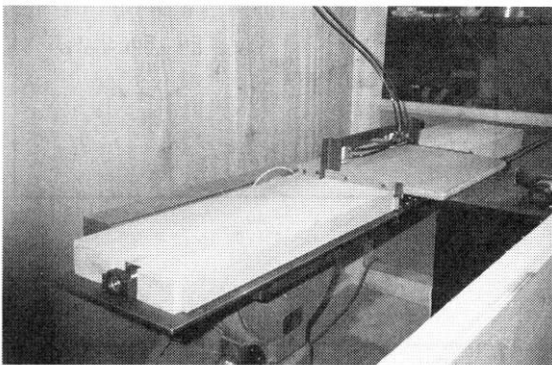


写真1 装置外観

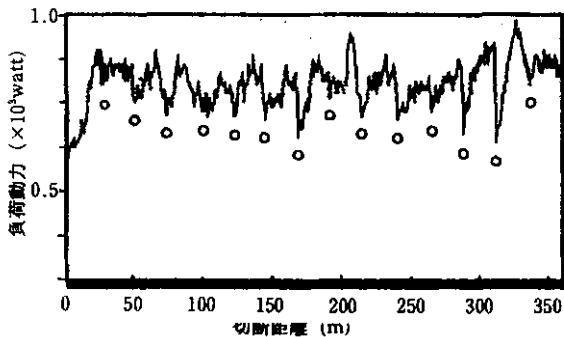


図3 切断距離と電動機負荷努力の関係

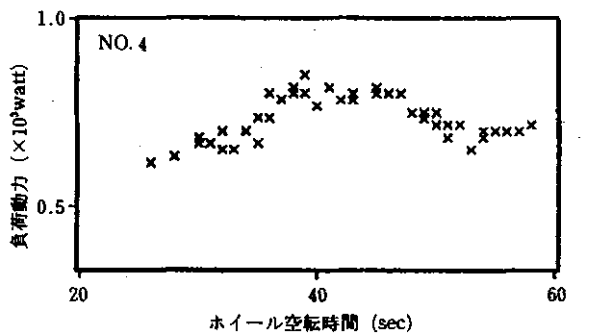
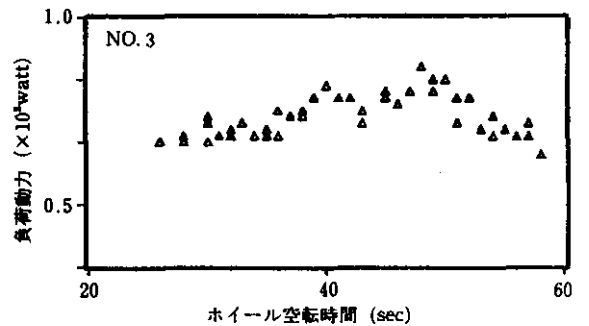
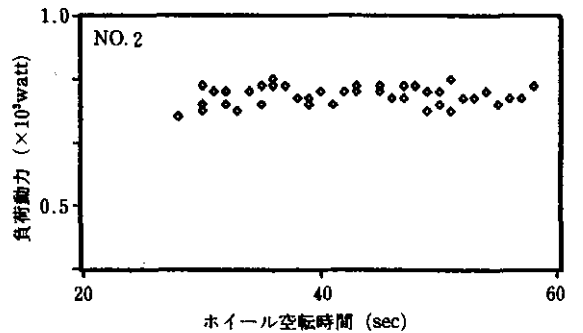
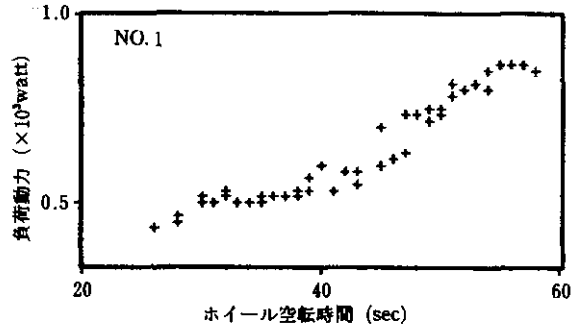


図4 (NO.1~NO.4) ホイール空転時間と負荷動力の関係

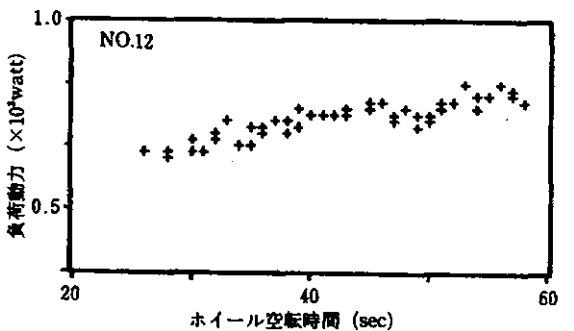
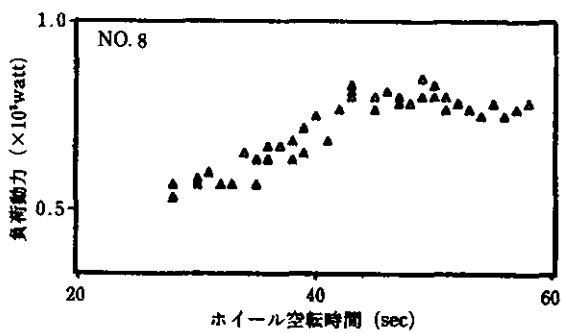
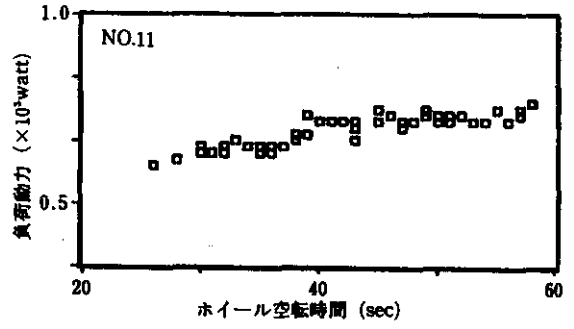
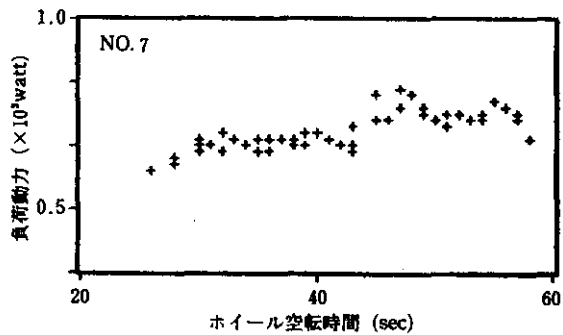
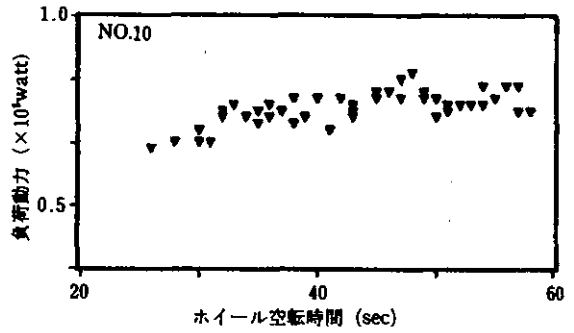
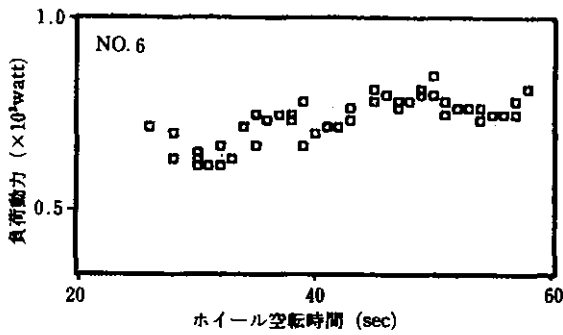
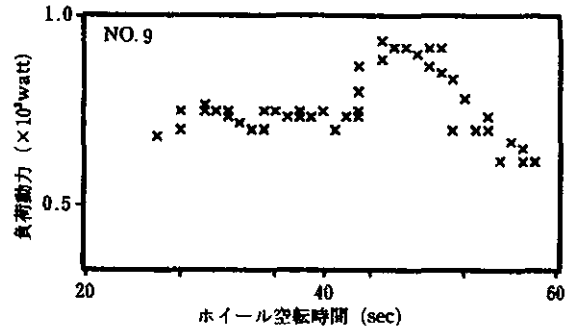
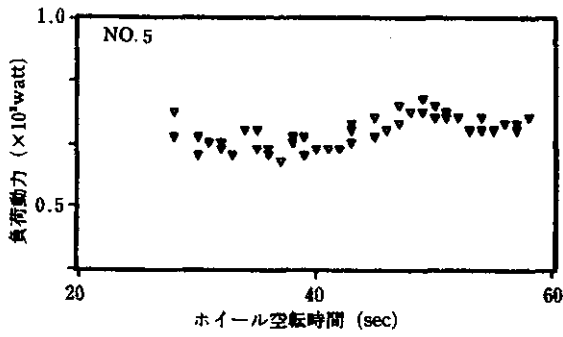


図4 (NO.5～NO.12) ホイール空転時間と負荷動力の関係

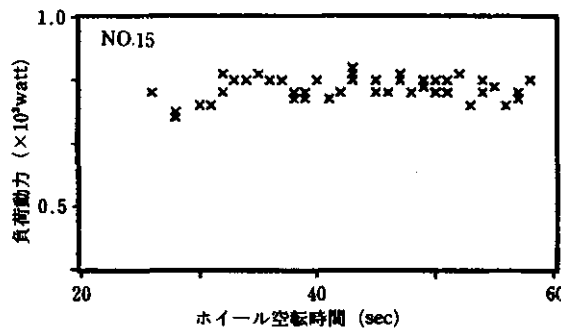
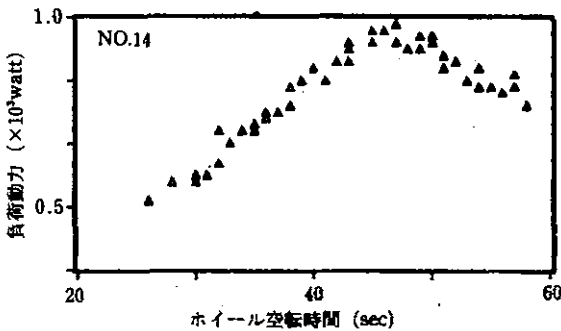
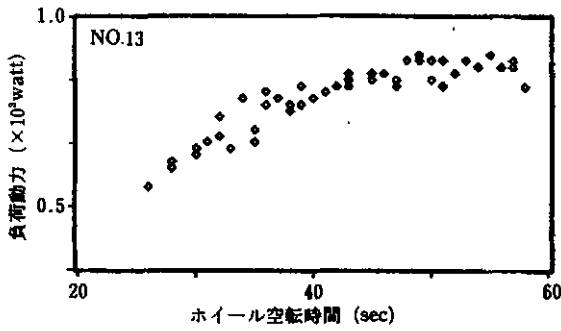


図4 (NO.13~NO.15) ホイール空転時間と負荷動力の関係

工具、加工機械、制御装置の構成は以下の通りである。

工 具：直径 16mm，先端切れ刃部は超硬合金

加工機械：NC ルータマシン（平安コーポレーション）

制御装置：TOSNUC420（東芝）

### 3. 実験方法

#### 3.1 切断加工試験

送りテーブル上に被削材である GFPC パネルをセットして、8mm 間隔で切断加工を行うと、約 5mm 幅の短冊

状切削片が生成される。この切断加工を 1 枚のパネルで約 50 回行くと、加工距離は約 25m となる。

パネルの切断加工条件は以下の通りである。

パネル厚さ：25mm

切断加工の送り速度：7m/min.

ホイール回転数：3,100rpm

ホイール主軸負荷動力は AC パワメータで測定し、切断加工中の送り力は送りテーブル裏面に設置した超小型ロードセルにより測定して、それぞれペンレコーダーにて記録した。

#### 3.2 ボーリング試験

500mm 平方で厚さ 25mm の GFPC パネルに直径 16 mm，深さ 15mm の穴あけ加工を一定時間間隔で行った。工具を設置した主軸の回転数は 1,450rpm，工具送り速度は 700mm/min である。加工中の負荷動力は主軸のスピンドルモータの单相電流と 3 相の動力  $\Sigma W$  を測定した。加工中に発生する粉塵は吸塵機にて収納した。

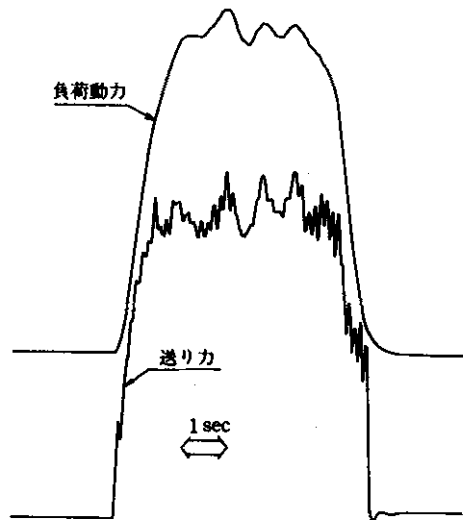


図5 負荷動力と送り力の時間軸波形

### 4. 結果と考察

図3は切断加工距離とダイヤモンドホイール駆動用電動機負荷動力の関係である。乾式加工であるから加工中に工具先端に生じる摩擦熱は、接している被削材料 (GFPC パネル) へ伝導するか、ホイールから電動機主軸

を通り流出するか、あるいは直接空气中に放熱する。図中の○印の時点で、送りテーブル上の GFPC パネルを交換した。この材料交換はホイールを空転させたまま行うため、工具の冷却が進むものと思われ、その効果は交換直後の負荷動力の低下となって現れている。

図 4 に切断実験した各パネルごとの空転時間と電動機負荷動力測定結果を示す。無負荷時のホイール空転による冷却時間を横軸に表して、断続的な切断加工により生じる空冷作用の影響を検討した。その結果、材料交換直後から次の交換点までの負荷動力の変化は以下の 3 パターンに分類できる。①一様に増加傾向を示す。②中間点にピーク値が認められる。③終始一定の値で推移する。

この中で②の結果は空冷作用に起因する現象と考えられ、その変化の境界点は図中約 48sec 付近に最も多く生じている。この空転冷却時間により工具先端でダイヤモンド粒子を拘束しているマトリクスが安定化し、切断作業に耐えるための冷却効果が得られたと推測できる。

図 5 に切断加工における送り力および電動機負荷動力の時間軸波形を示す。送り力の時間軸波形には多数の振動波形が含まれている。波形の立ち上がりりと立ち下がりとの振動の発生頻度を比較すると後者の方に振動成分が多く含まれている。したがって、この現象はロードセルとボールネジ用ナット間の接触面余圧が小さいことに起因

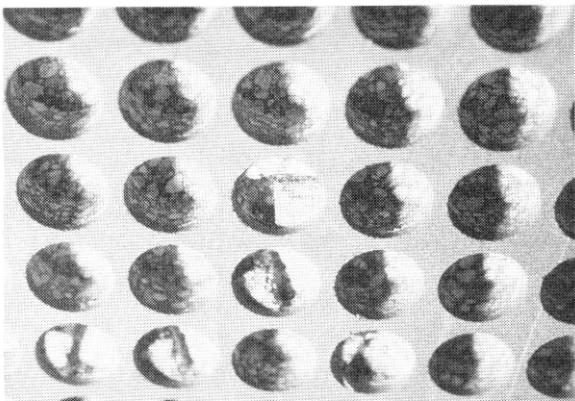


写真 2 ポーリング試験後の状態

するものと思われる。

また、ロードセル出力は切断開始および終了時の応答が電動機負荷動力測定値より速く、電動機負荷動力波形と近似していることから、送り力測定値として信頼性の

高いものと思われる。

図 6 にボーリング回数と主軸電動機負荷動力の関係、写真 2 にはボーリング後の加工面の様子を示した。グラフ縦軸の値は第一回目の負荷動力を基準とした比率である。ボーリング回数が約 50 回に達するまでは比較的關係をもった増加傾向を示しているが、それ以降は負荷動力の変動幅が大きくなっている。さらにボーリング累積回数が 130 回を超える頃より欠陥が生じ始める。加工欠陥はドリルがパネルの表層材料部に拘束されて停止するために生じたことが多い。

以上の現象がボーリング累積回数の増加によって順次発生していることから工具摩耗の進行による現象と考えられる。

## 5. まとめ

GFPC パネルのダイヤモンドホイールによる切断加工試験には加工条件設定の一律化と長時間の無人化運転が必要であるため、専用の加工試験機を設計・製作した。その内容は以下の通りである。

- 1) 昇降丸鋸盤の定盤上でパネルを移動させるための送りテーブルを製作した。厚さ 30mm までのパネル切断を可能にするため、送りテーブル高さが 50mm と

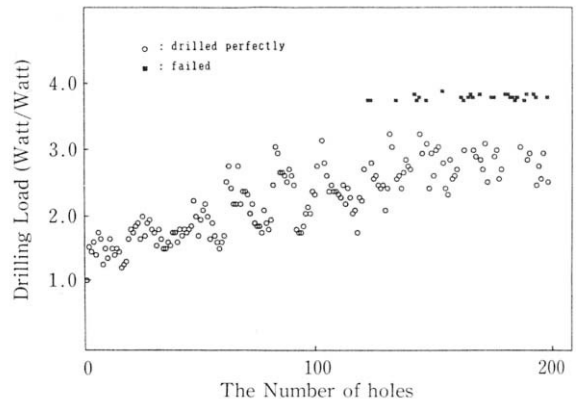


図 6 ポーリング回数と主軸電動機負荷動力の関係

なるように設計した。

- 2) 切断加工方向に対して垂直にパネルを移動させて約 5mm 幅の切断片を作成するために、リニアヘッドモータを利用したパネルスライド装置を製作した。
- 3) 一軸送りテーブル、パネルスライド装置およびエア



シリンダによる圧縮機構などを連動させ、自動加工機として自律させた。この装置を使用することで工具寿命試験など長距離の切断加工試験が現場作業に近似した条件で実現できた。

上述のパネル切断加工試験装置で実験を行い以下の結果を得た。

- 1) ダイヤモンドホイールの回転駆動用 3 相交流電動機の負荷動力を測定し、切断距離約 350m までの変動を記録した。装置の特性に起因するホイールの空転が工具の加熱を抑制しており、当初の予想以上に熱的な要因の影響が大きいことが判明した。したがって本実験で行った乾式切断加工では冷却による工具寿命管理が非常に有効であると思われる。
- 2) 小型ロードセルをテーブル下面に設置し、ボールねじで送られるナットとの接点の荷重を測定した。測定値は負荷動力に近似し、応答速度が負荷動力出力より速いことから信頼性の高いものと思われる。今後、このデータを電動機負荷出力と別の視点から解析する予定である。

ボーリング作業中の負荷動力変動を測定し工具摩耗進行に起因する欠陥の発生現象を観測した。本実験装置は主軸電動機が工場で使用されているものとは異なるが工具摩耗進行に関わる現象が順次連続して認められたため相対的な視点でシュミレートすることは可能と思われる。

したがって、今後は本装置および試験方法で測定した結果を元に切断加工およびボーリングにおける最適加工条件の解明を進めたい。

## 参考文献

- 1) 勝世敬一，古賀卓哉，池口満湧 他共著；平成 2 年度 共同研究報告書『乾式成形法による OA フロア用床材の開発研究』3～9 (1991)